Ein Beitrag zur Verhütung und Behandlung der Gasgangrän durch Dakinsche Lösung.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelm-Universität

zu Berlin

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

von

Otto Gronau,
Oberarzt
aus Potsdam

Tag der Promotion: 12. Februar 1918.

Potsdam, 1918.

Krämersche Buchdruckerei (Paul Brandt).

0

125

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Franz.
Referenten: Prof. Dr. Köhler,
Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hildebrandt.

Meiner lieben Mutter und
dem Andenken meines Vaters

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546509_0070

Der große Weltkrieg hat auf allen Gebieten, besonders aber auf dem der Chirurgie manche Umwälzungen geschaffen, Friedenserfahrungen und Aufzeichnungen fremdländischer Ärzte über frühere kriegschirurgische Erfahrungen haben nicht ausgereicht, um uns die Erfahrung und Praxis zu geben, wie wir sie jetzt nach $3^1/_2$ Jahren Stellungskrieg mit seinen mannigfachen Verletzungen durch Gewehr- und Handgranate, Minensplitter, Artillerie- und Infanteriegeschoß besitzen. Mit vielen alten Auffassungen haben wir brechen müssen. „Der erste Verband entscheidet über das Schicksal des Verletzten", das war die Grundidee allen ärztlichen Tuns und leider nahm man diesen Gedanken meist allzu wörtlich und damit so, wie er eigentlich gar nicht gemeint war. Man vermied es peinlichst, die verschmierte, durch Kleiderfetzen, Blut und Haare verunreinigte Wunde zu berühren oder zu reinigen. Der Wundrand wurde mit Jodtinktur bepinselt, und die Wunde steril verbunden. Der Erfolg war besonders bei Artillerieverletzungen gleich Null, da die Voraussetzung des aseptischen Verhaltens jeder Schußwunde sich als ein Grundirrtum erwies. Tietze hat mit Recht betont, daß das Schicksal des Verwundeten nicht vom ersten Verband, sondern von der ersten Wundversorgung abhängt und so war es auch ursprünglich von Volkmann gemeint. Ohne Zweifel besteht hinsichtlich der Infektiosität ein großer Unterschied zwischen Artillerie- und Infanteriegeschossen. Laewen und Hesse haben in einem vorgeschobenen Feldlazarett, in das die Verwundeten ohne Zwischenstation, meist noch mit dem Verbandpäckchen verbunden, kamen, sehr

interessante Untersuchungen über den Keimgehalt frischer Schußwunden gemacht. Auch der pathologische Inhalt von Körperhöhlen, wie Punktate bei Lungen- und Gelenkschüssen, waren Gegenstand ihrer Untersuchung. Ebenso prüften sie zahlreiche aus dem Körper entfernte Projektile auf ihren Bakteriengehalt. Die steril entnommenen Gewebsteile wurden auf Agarplatten verrieben und im Brutschrank 24 Stunden bei 37 ° bebrütet. Waren am nächsten Tage wenig oder keine Bakterien gewachsen, so wurde von dem außerdem unter Bouillon bebrüteten Gewebe nochmals ein Ausstrich gemacht. Blut- und Punktionsflüssigkeit wurden in gleicher Weise untersucht. Geschosse und Sprengstücke wurden mit geringer Menge von Bouillon abgespült und dann auf Agar abgestrichen. Das Ergebnis war folgendes: Von 70 untersuchten Schußwunden ohne Berücksichtigung der Geschoßart waren die entnommenen Gewebsteile nur in drei Fällen steril, wobei natürlich nicht erwiesen ist, daß das ganze Wundgebiet keimfrei war. Nach Geschoßart geordnet kamen Laewen und Hesse zu folgendem Ergebnis: Von 12 Infanteriegeschossen erwiesen sich 8 als steril, 4 als bakterienhaltig; von 19 Schrapnellkugeln enthielten 16 Bakterien, von 16 Granat- und Minensplittern waren 3 frei von Bakterien. Ich muß dazu bemerken, daß natürlich nur diejenigen Geschoßteile herausgenommen und untersucht wurden, bei denen keine eitrige Fistel mehr bestand, sondern der Schußkanal geschlossen war. Ferner ergab sich, daß die in den ersten 13 Stunden nach der Verwundung entfernten Infanteriegeschosse steril waren, während die Granat- und Minensplitter auch bei frühzeitiger Herausnahme stets Bakterien enthielten. Laewen und Hesse leiten diese Keimfreiheit daraus her, daß die Bakterien beim Durchdringen des Gewebes durch entstehende mechanische Reibung, ferner durch die oligodynamische Wirkung der sich bildenden Metallsalze in Verbindung mit den Schutzstoffen der Gewebsflüssigkeit vernichtet oder schwer geschädigt werden. Meines Erachtens kann man aus den gewonnenen Zahlen keine zuverlässigen Schlüsse ziehen. Ein Infanteriegeschoß, das z. B. als Querschläger auftreffend, eine lehmbeschmierte Uniform und,

wie es im Stellungskrieg meist nicht anders möglich ist, eine schmutzige Haut durchschlägt, wird in der Mehrzahl der Fälle pathogene Keime enthalten, die weder abgetötet noch geschädigt werden. Ohne Zweifel geben die Infanteriegeschosse hinsichtlich ihrer Sterilität und ihres glatten Wundverlaufs eine bessere Prognose als die Granat- und Minensplitter, die durch Aufschlagen auf den mehr oder weniger mit Keimen beladenen Erdboden stets infiziert sind. Nur dadurch sind die von jedem Arzte besonders nach Granatverletzungen beobachteten schweren Fälle von Tetanus, Gasgangrän, Coli-, Streptococcen und Staphylococcen Infectionen zu erklären.

Bruns teilt die Schußverletzungen folgendermaßen ein:

1) glatte Schußwunden der Kleinkaliber-Gewehre. Sie können praktisch als nicht infiziert gelten und gehören in das Gebiet der Aseptik.
2) Schußwunden aus der Nähe durch Gewehr- oder Artilleriegeschosse. Sie machen mehr oder wenig schwere Infektionen und gehören in das Gebiet der Antiseptik.

Mannigfach sind die Versuche, die gemacht worden sind, um eine infizierte Wunde zu desinfizieren. Die Karbolsäurespülungen haben sich wegen ihrer starken Ätzung der Gewebe als ungeeignet erwiesen. Spülungen mit $H_2 O_2$ sind ohne Frage von gutem Erfoge. Die entstehenden O Bläschen schwemmen das mit Bakterien gefüllte Wundsekret heraus und schädigen keineswegs das Gewebe. Auch die tüchtige Reinigung der Wunde mit Wasser und Seife hat gute Erfolge gezeitigt. Ritter will durch diese Methode den Gasbrand vollständig aus seinem Lazarett gebannt haben. Er ging folgendermaßen vor: Jede Schußverletzung wird operativ behandelt und im Umkreis von mindestens 1 cm umschnitten. Geschoßteile und Tuchfetzen werden entfernt, und die Wunde mit Messer und Schere gründlichst gereinigt, bis frische und glatte Wundverhältnisse geschaffen sind. Bei Durchschüssen spaltet er den Wundkanal rücksichtslos und eröffnet alle Taschen und Buchten. Die jetzt frische Wunde wird gründlichst mit Seife und möglichst heißem Wasser gewaschen. Die Seife

*

wird mit einem Tupfer tüchtig in die Gewebe eingerieben und dann mit Wasser abgespült. Sie soll neben einer leichten Verätzung der Wunde kräftig mechanisch reizen und neben einer Hyperaemie eine starke Sekretion auslösen. Auch Fründ und andere haben mit dieser Methode, der in vielen Fällen eine primäre Naht angeschlossen wurde, gute Resultate erzielt, wenn auch die Behauptung Ritters dadurch den Gasbrand verhüten zu können, ohne Frage zu optimistisch ist.

Wright versuchte mittels einer 5 % Kochsalzlösung mit Zustatz von ½ % zitronensaurem Natron auf dem Wege der Exosmose Lymphorrhoe zu erregen, und so die zersetzten Wundsekrete herauszuspülen. Nur bleibt auch hier die Frage offen, ob der Reiz, den die Salzlösung auf das Gewebe zur Abgabe der Lympfe ausübt, nicht gewebsschädigend wirkt.

Whilehouse will mit einer gesättigten Lösung von Traubenzucker mit 1 : 80 Karbolsäure gute Erfolge erzielt haben.

Im August 1915 ist in Paris in der Akademie des Sciences eine neue Methode zur Antiseptik im Felde angegeben worden, die der Chemiker Dakin und der Chirurg Carrel vom Rockefeller-Institut in New-York ausgearbeitet haben.

Ihre seit langem fortgesetzten Versuche gipfelten in dem Bestreben, ein Mittel zu finden, das die Mikroben tötet ohne die Zellen zu schädigen. Es ergab sich, daß die unterchlorigsauren Salze (Natriumhypochlorit) antiseptisch und wenig reizend wirken. Für die Bereitung der Lösung gilt folgendes: 200 gr Chlorkalk werden mit 10 l Wasser und 140 gr Natriumcarbonat gemischt. Die Lösung wird geschüttelt und nach 30 Minuten filtriert. Zur Neutralisation fügt man etwa 25—40 gr Borsäure in Substanz hinzu. Darauf Titrieren mit einer Lösung von Phenolphtalein. Winkelmann gibt auf Grund längeren Probierens folgende einfache Formel für die Zusammensetzung der Lösung an:

200 gr Chlorkalk,
250 gr kristallsierte Soda,

160 gr Borsäure auf
10 l Wasser.

Wislicenus hat berechnet, daß eine so hergestellte Lösung 0,5—0,7 % Natriumhypochlorit und 0,4—0,5 % Kochsalz enthält, je nachdem frischer Chlorkalk mit 35 % wirksamen Chlor oder mit dem vom Arzneibuch zugelassenen Mindestgehalt von 25 % wirksamen Chlor zur Verwendung kommt. Nach Bruns darf die Lösung nie mit Alkohol zusammen oder erwärmt angewendet werden. Für kühle Aufbewahrung ist stets Sorge zu tragen.

Die frische Lösung soll nicht oder nur ganz schwach nach Chlor riechen, klar, wasserhell und neutral sein. Sie schmerzt nicht beim Gebrauch. Die bisher gemachten und in der Literatur veröffentlichten Erfahrungen mit Dakinscher Lösung sind sehr zufriedenstellend und berechtigen wohl zu der Annahme, in ihr ein gutes Wunddesinfektionmittel gefunden zu haben.

Carrel hat das Mittel in Compiegne, also dicht hinter der Front, zur Abortivbehaldlung infizierter Wunden benutzt und angeblich sehr gute Erfolge erzielt. Bruns empfiehlt eine vorläufige Desinfektion mit Dakinscher Lösung möglichst früh, wenn angängig schon auf dem ersten Verbandsplatz vorzunehmen, zu einer Zeit, wo die Bakterienflora noch um das Geschoß und die Kleiderfetzen lokalisiert ist. Denn bereits nach 24 Stunden findet man die Wunde mit unzähligen Keimen übersäet. Er gibt folgende Art der Anwendung an: Die umgebende Haut wird mit Jodtinktur bestrichen und in enge Schußkanäle wird reichlich Hypochloritlösung hineingespritzt, während offene Wunden mit einem reichlich durchtränkten Gazebausch verbunden werden. Bei der Sanitäts-Kompagnie oder im Lazarett beginnt die wirkliche Desinfektion der Wunde. Sie besteht in gründlichster Ausspritzung nach exakter Blutstillung und möglichster Entfernung aller Fremdkörper und Kleiderfetzen. Zur Desinfektion bedarf man verschiedenartig zubereiteter Gummiröhren. Bruns empfiehlt bei engen oder mit engen Buchten versehenen Wunden gelochte Gummidrains von etwa 6 mm Dicke. Winkelmann nimmt ebenfalls dünne Gummiröhren mit Lichtungen von 3—12 mm.

Er warnt vor Röhren aus Ersatz-Gummi ihrer leichten Brüchigkeit wegen. Als Spülkanne schlägt er einen Irrigator mit passenden Glasansatz oder eine gläserne Spülkanne vor. Die Lagerstätte des Verwundeten wird am besten durch Billrothbatist vor Feuchtigkeit geschützt. Die Drains umgibt man mit einem Schwammgewebe, das sich mechanisch mit der in das Gummiröhrchen eingespritzten Flüssigkeit vollsaugt und die Wunde so dauernd berieselt. Bei weiten und buchtigen oder an der Oberfläche liegenden Wunden benutzt Bruns Drains mit einem einzigen Loch an einem der beiden Enden und führt sie in die Buchten oder bis zum Grunde der Wunde ein. Die Wunde wird locker mit Gaze gefüllt und die Flüssigkeit so lange in die Röhrchen eingespritzt, bis sie an der Oberfläche der Wunde erscheint. Oben wird die Gazeschicht durch etwas nicht aufsaugende Watte abgeschlossen, durch die nur die Gummiröhrchen zwecks weiterer Einträuflung hindurchtreten. Bruns erneuert alle 1 bis 2 Stunden die Lösung durch Einspritzung einer der Größe der Wunde entsprechenden Menge Flüssigkeit, bis die Oberfläche der Wunde gut benetzt ist. Nach seinen Erfahrungen kann die Lösung mehrere Tage und Wochen angewandt werden, ohne eine Reizung der Haut hervorzurufen.

Carrel hat eine Reihe schwerer Schußwunden mit und ohne Frakturen, die sämtlich Granatsplitter und Kleiderfetzen enthielten und etwa 6 bis 12 Stunden nach der Verletzung in seine Behandlung kamen, sorgfälig gereinigt und mit Hypochloritlösung berieselt. 3 bis 5 Tage später waren die Mikroben verschwunden, die Sekretion blieb spärlich. Die aseptischen Wunden wurden mit Heftpflasterstreifen vereinigt und waren nach 8 bis 10 Tagen geschlossen.

Bruns legt in der Technik der Anwendung darauf das Hauptgewicht, daß die Flüssigkeit alle Buchten der Wunde durchspült und hinreichend lange mit den Keimen in Berührung bleibt. Seines Erachtens kann sogar dann völlige Sterilisierung erreicht werden.

Tuffier hat als beratender Chirurg beim französischen Hauptquartier ebenfalls die Desinfektionsmethode nach Dakin erprobt und behauptet, daß durch diese Art der Wund-

behandlung, wenn sie frühzeitig, d. h. in den ersten 12 bis ausnahmsweise 24 Stunden einsetzt, eine Infektion getilgt und die Mortalität so mit erheblich herabgesetzt werden kann.

Winkelmann machte seine ersten Versuche mit Dakinscher Lösung Anfang November 1915 und zwar in Form von Bädern in einer Verdünnung von 1 : 3 bis 1 : 10, was ihm zunächst bei geringem Zugang an Verwundeten möglich war. Seine Erfolge waren recht günstig. Als der Verwundetenandrang stärker wurde, versuchte er die Berieselungsmethode, indem er durch aus dem Gefäß herausreichenden Mullbinden die Wunden dauernd betropfen und feucht halten ließ. Aus Bequemlichkeitsgründen für den Verwundeten, der durch diese Art der Behandlung gänzlich zur Unbeweglichkeit verurteilt war, ging er zum Spritzverfahren über. Das erzielte Resultat war so günstig, daß er jetzt bei jeder Wunde, die nicht ganz im Gesunden herausgeschnitten und genäht werden kann, die Desinfektion nach Dakin anwendet. Seines Erachtens kommt es mehr auf die Menge und Häufigkeit der Spülung an, als auf die Art der Verdünnung. Die die Wunde deckenden Mullstücke müssen stets feucht gehalten werden, das ist die Hauptsache. Unangenehme Allgemeinerscheinungen infolge des Chlorens sind nicht beobachtet. Im Harn trat nie Albumen auf, auch hat er Reizungen der Atmungsorgane, die auf Chlor zurückzuführen gewesen wären, nie gesehen. Einmal beobachtete Dobbertin am Tage des Chlorens bei einem Patienten ein scharlachähnliches, über den ganzen Körper ausgebreitetes Exanthem, das am Halse abschnitt. Nach Fortlassen der Spülung verschwand es sofort. Offenbar handelte es sich um eine Idiosyncrasie.

Dobbertin, Winkelmann, Ritter, Enderlen, Hufschmid und andere Autoren sind sich darin einig, daß es in erster Linie unser Bestreben sein muß, Geschoßteile und Fremdkörper, soweit es ohne Verletzung von wichtigen Nerven, Sehnen, Rückenmark, Gehirn usw. möglich ist, zu entfernen. Eine Forderung, wie sie auch Garré auf dem Kriegschirurgenkongreß in Brüssel aufgestellt hat. Haut und Muskeln werden tüchtig gespalten, um allen Wund-

*

absonderungen und auch der Spülflüssigkeit Abfluß zu schaffen. Bei Granatsplitter-Durchschüssen wird das zerfetzte mit Bakterien beladene Gewebe mit Schere und Messer entfernt. Ebenso werden lose, den Wundkanal verlegende Knochensplitter herausgeholt, bis möglichst klare Wundverhältnisse geschaffen und ein Abzugs- und Spülrohr hindurchgezogen werden kann. Die Spülung wird so lange fortgesetzt, bis die Mulltupfer von der klar ausfließenden Lösung triefen. Winkelmann nimmt zum ersten Verband nur unverdünnte Dakinsche Lösung. Auf den Abteilungen verordnet er Dauerberieselungen in einer Verdünnung von 1 : 2 bis 1 : 4. Bei ununterbrochenen Tropfberieselungen empfiehlt Winkelmann nur ganz schwache Lösungen. Während er in den ersten 3 Tagen meist Fieber bis etwa 39 ° sah, ging die Temperatur am dritten oder vierten Tag zur Norm zurück. Am sechsten bis achten Tage sah die Wunde rot und gleichsam frisch geschnitten aus und wurde in vielen Fällen durch Sekundärnaht geschlossen. Die gereinigten Wunden heilten wie Friedensverletzungen, besonders wenn es durch Röntgen vorher möglich war, die Lage von Knochensplittern, Geschoßteilen usw. festzustellen und gleich zu entfernen.

Dobbertin behandelt genau wie Winkelmann nach vorheriger gründlicher Reinigung der Wunden und sorgfältiger Blutstillung. Bereits am dritten Tage sah er feste blutstrotzende Granulationen. Besonders auffallend sind die erzielten Erfolge bei Patienten, die mit typischen Spuren beginnender epifascialer Gasgangrän (Druckempfindliches Oedem von derber Konsistenz und gelbbrauner bis kupferbrauner Farbe, gequollene, oft glasig durchscheinende Wundränder) in Behandlung kamen. Bei schwerer subfascialer Gasgangrän erzielte Dobbertin durch ausgiebige Spaltung und Spülung vorzügliche Resultate. Bei 35 schweren und schwersten Gasgangränen mit großen Weichteilzerreißungen, Splitterfrakturen, Gelenkeröffungen und Gefäßzerreißungen wurde nur zweimal eine Amputation nötig.

Zwei Fälle kamen allerdings offenbar durch die erlittene schwere Chocwirkung ad exitum. Die übrigen 33 Fälle konnten nach 8-tägiger Behandlung im gefensterten

Gipsverband abtransportiert werden. Auch Winkelmann sah bei 3 Fällen von tiefer subfascialer Gasgangrän letale Ausgänge.

Winkelmann ist der Ansicht, daß nach möglichst frühzeitiger Behandlung nach Dakin das Auftreten einer Gasgangrän vermieden werden kann. Er stüzt seine Behauptung auf etwa 1000 an Verwundeten gemachten Erfahrungen, von denen keiner an Gasbrand erkrankte, nachdem alle nach gründlicher Wundreinigung gechlort waren.

Nach Hufschmids Ansicht kommt es weniger auf die Zeit nach der die Behandlung einsetzt, als auf ihre Dauer und Gründlichkeit an, obwohl Carrel angibt, daß nur bis zu 6 Stunden post trauma auf einen Efolg mit seiner Berieselung zu rechnen sei. Hufschmid beobachtete eine handtellergroße Weichteilverletzung an der Außenseite des Oberschenkels, die $8^1/_2$ Stunden nach der Verletzung in seine Behandlung kam. Nach dreimal 24stündiger Berieselung machte die Wunde einen frischen, fast trockenen Eindruck.

Eine zweite Frage ist die, ob man durch die Dakinsche Methode eine bereits eingetretene Eiterung beseitigen kann, d. h. wie weit die Lösung in der Hauptsache auf Staphylococcen und Streptococcen einwirkt. Winkelmann hat schwer geschädigte Gelenkwunden mit beginnender Entzündung am Knie-, Fuß-, Ellenbogen- und an den Finger- und Zehengelenken mit Erfolg nach Dakin behandelt. Auch bei ausgedehnten Gelenkeröffnungen hatte er gute Resultate. Er spaltete alle mit Flüssigkeit gefüllten Taschen und spülte kräftig das Gelenk. Einige Fälle, bei denen das Kniegelenk bereits trübe Flüssigkeit enthielt, wurde mit der Lösung gefüllt und genäht. Diese Patienten wurden geheilt. Erschien nach der Schwere der Entzündungserscheinung eine primäre Naht nicht mehr angebracht, so wurden die nötigenfalls gespalteten Schußöffnungen drainiert und dauernd berieselt. Auch in diesen Fällen trat Heilung ein. Nur bei schwer zerschmetterten Gelenken war der Behandlungserfolg gering. Der Eiter saß hinter Sequestern und zeigte sich der Behandlung nicht zugängig.

Auch Hufschmid ist der Ansicht, daß eine nachträgliche Desinfektion von Wunden mit Dakin nicht gelingt.

Bei einem Unterarmschuß mit Zersplitterung des Radius wurden Staphylococcen bakteriologisch nachgewiesen. Ihre Virulenz blieb trotz der Behandlung fortbestehen. Auch ein Fall von mutiplen Weichteilverletzungen beider Arme, bei dem zur Kontrolle ein Durchuß berieselt wurde, während die andern ungechlort blieben, zeigte keinerlei Behandlungserfolg. Die bakteriologische Untersuchung ist hier unterblieben, offenbar war aber auch diese Wunde bereits mit Staphylococcen infiziert.

Auch Dobbertin hält den Erfolg des Chlorens bei beginnender Gelenkeiterung oder Haemarthros für zweifelhaft. Fründ und andere Autoren haben ebenfalls bei bereits vorhandener Eiterung keinerlei Einfluß auf den Wundverlauf durch Spülung mit Dakinscher Lösung gesehen.

Alles in allem sind die Urteile über die Brauchbarkeit der Dakinschen Lösung zurzeit noch recht auseinandergehend und keinesfalls abgeschlossen. Einer ohne Zweifel großen Zahl von offenbaren Erfolgen steht eine ebenfalls nicht unerhebliche Reihe von Versagern gegenüber, und es bleibt für uns immer noch die Frage offen, wann und bei welchen Wunden soll man chloren.

Die besonders von Dobbertin erwähnten zur Heilung gekommenen Fälle von Gasgangrän haben uns auf den Gedanken gebracht, in der Natriumhypochloritlösung vielleicht ein Spezificum gegen Anaerobier zu besitzen und ich will gleich vorausnehmen, daß unsere bis jetzt gemachten Erfahrungen recht zufriedenstellend sind.

von Gaza, Fründ und andere Autoren haben wiederholt auf die Gefährlichkeit der ausgedehnten Muskel- und Gefäßzerreißungen hingewiesen, da gerade ein zerfetzter und schlecht ernährter Muskel den günstigsten Nährboden für den Erreger der Gansgangrän, einen obligaten Anaerobier, bietet. Fründ behauptet, keine einzige totale oder partielle Gangrän einer Extremität während des Krieges gesehen zu haben, bei der nicht sekundär, d. h. nach bereits offenkundiger Ernährungsstörung eine Gasgangrän aufgetreten ist.

Es ist wohl keinem Arzte, der in einem Feld- oder Kriegslazarett tätig war, der Anblick einer Gasgangrän

mit seinem leider meist so traurigen Ausgang erspart geblieben. Nach Payr unterscheiden wir eine oberflächliche epifasciale, und eine tiefe subfasciale Form.

Bei der oberflächlichen Gangrän bemerkt man zunächst in der Umgebung der Wunde ein auffallendes Oedem von derber Konsistenz, starker Druckempfindlichkeit und gelbbrauner bis kupferbrauner Farbe. Die Wundränder sind glasig gequollen, die vorliegenden Muskelpartien schmutziggrau belegt. Auf der oedematösen Haut bilden sich regelmäßig Blasen, oft bis zu Handtellergröße, die mit bernsteinfarbener selten blutig gefärbter Flüssigkeit gefüllt sind. Das subkutane Gewebe erscheint beim Einschnitt gallartig verändert und bernsteingelb, schmutziggrün oder braunschwarz gefärbt. Gas findet sich nie in nennenswerter Menge Das Allgemeinbefinden ist recht schlecht. Die Patienten sehen blaß aus und klagen über heftige Schmerzen im Bereich des Oedems. Die Temperatur hält sich meist um 39 °. Das Oedem schreitet, falls kein Eingriff erfolgt, oft unglaublich schnell vorwärts. So die epifasciale, verhältnismäßig harmlosere Form.

Bei der subfascialen Gangrän weisen bereits vor Auftreten von äußeren Veränderungen an der Wunde auftretende Allgemeinerscheinungen auf die drohende Gefahr hin. Die Patienten klagen über heftige andauernde Schmerzen in der Wunde, werfen sich unruhig im Bett hin und her und zeigen eine erhebliche Pulsbeschleunigung. Die Zunge ist in der Regel feucht, worin Ritter ein differential-diagnostisches Zeichen gegenüber der Sephis sieht. Trotz der bedeutenden Hämolyse werden Schüttelfroste auffälliger Weise selten beobachtet. Revidiert man die Wunde, so findet man das Gewebe in nächster Umgebung der Wunde geschwollen und äußerst druckempfindlich, während die entzündliche Rötung der Haut fast ausnahmslos fehlt. Im Gegenteil macht die mattglänzende Haut sogar einen anämischen Eindruck, sie bekommt jedoch bald eine gelblichbraune Farbe, in der bläulichschwarz marmorierte Partien durchschimmern. Beim Betasten findet man emphysematöses Knistern oft noch weit über die verfärbten Teile hinaus. Die Schwellung nimmt rapide zu und die peripheren Teile einer etwa be-

fallenen Extremität werden schnell gangränös. Die Wunde riecht penetrant faulig. Beim Einschnitt bluten die Gewebe nicht, die größeren Hauptvenen stecken voll von Thromben. Das subkutane, schmutzige verfärbte Gewebe entleert auf Druck neben geringen Oedemflüssigkeit zahlreiche Gasbläschen. Diese subfasciale Form macht nicht an der Fascie halt, sondern hat ihren eigentlichen Sitz in der Muskulatur, deren Bindegewebe mit feinsten Gasbläschen durchsetzt ist.

Die Incubationszeit der Gasgangrän ist schwankend. von Gaza hat 2 Fälle von ausgedehnter Gasgangrän bereits 12 und 19 Stunden nach der Verwundung auftreten sehen. Fründ berichtet von 39 Erkrankungen, bei denen der Gasbrand in 11 Fällen bereits nach einem Tag, in weiteren 11 Fällen nach 2 Tagen und in 5 Fällen nach 3 Tagen auftrat. Weitere 6 Patienten zeigten nach 4 Tagen, andere 4 nach 5 Tagen Gasgangrän. Zwei Verwundete erkrankten erst am 6. und 7. Tag nach der Verletzung. von Gaza berichtet über einen Fall, bei dem erst am 11. Tag Gasbrand auftrat. Er spricht daher von einer Latenz der Infektion. Ritter gibt als gewöhnliche Incubationszeit 2 bis 3 Tage an, ebenfalls Bier, der auch die Mehrzahl der Fälle 2 bis 3 Tage nach der Verwundung erkranken sah. Er führt Späterkrankungen darauf zurück, daß eine längst bestehende lokale Infektion mit Gasbazillen in der Trümmerhöhle, also eine Gasinfektion oder ein Gasabzeß erst nach Tagen und Wochen die schützende Granulationsschicht durchbrochen und zu einer Gaspflegmone geführt hat, ein Vorgang, der seines Erachtens durch Nachblutungen, Gefäßunterbindungen, unzwekmäßige Operationen und Verbandwechsel erleichtert wird.

Ich komme nun zu den von uns mit Dakinscher Lösung gemachten Erfahrungen, die ich durch beifolgende Krankengeschichten erläutern will. In allen Fällen handelte es sich um schwere Muskel- und Gefäßzertrümmerungen, also um Verletzungen, die erfahrungsgemäß außerordentlich zu Gasgangrän neigen.

Fall 1. Landsturmmann Kothen, verwundet am 28. Juli 1917. Aufnahmebefund an demselben Tage: An

der Außenseite des rechten Oberarms markstückgroßer Einschuß, an der Innenseite gleichgroßer Ausschuß durch Granatsplitter. Knochen unverletzt.

Ferner am rechten Vorderarm in der Mitte der Speichenseite fünfmarkstückgroßer Einschuß. An der Hinterseite, etwas höher eine etwa zehnpfennigstückgroße Wunde. Die Hand ist kalt und gelähmt, die Speiche frakturiert. Patient klagt über starke Schmerzen.

Behandlung zu II. Bei der Wundrevision zeigt es sich, daß die gesamte Beugemuskulatur stark zertrümmert ist, ebenso die Speiche. Unter der Haut an der Hinterseite liegt ein großer Granatsplitter. Arteria und nervus radialis sind durchschlagen, ebenso nervus ulnaris. Arteria ulnaris ist offenbar intakt. Die Wunde wird ausgiebig excidiert, häufig mit Dakin gespült, und der Arm geschient. Der weitere Wundverlauf ist abgesehen von der starken Eiterung normal, Gas tritt nicht auf.

Fall 2. Schütze Köhler, verwundet am 1. August 1917. Aufnahmebefund an demselben Tage: An der Außenseite des linken Unterschenkels handtellergroße Wunde. Beide Knochen zertrümmert. Alle Weichteile bis auf einen Muskel durchtrennt. Der Fuß ist nicht ernährt.

Behandlung: Amputation in Höhe der Wunde. Die hochoben gebrochene Fibula wird an der Bruchstelle entfernt. Nach sorgfältiger Blutstillung ausgiebige Waschung mit Dakin und Schienenverband, da gleichzeitig eine Querfraktur des Femur vorliegt. Auch hier zeigt sich im weiteren Wundverlauf kein Gas, wohl eine Eiterung.

Fall 3. Ersatz-Reservist Günther, am 3. August 1917 durch Granatsplitter am linken Vorderarm verletzt.

Aufnahmebefund an demselben Tage: An der Mitte der Speichenseite eine $14\frac{1}{2} : 8\frac{1}{2}$ cm

große Wunde. Streckmuskulatur und Speiche sind durchtrennt. Aus letzterer fehlt ein 12 cm langes Stück. Die Elle ist erhalten. Die Wunde ist stark beschmutzt, die Hand scheint ernährt.

Behandlung: Excision der Verunreinigungen, wobei sich zeigt, daß aus nervus radialis 12 cm fehlen. Arteria radialis und ulnaris sind erhalten. Außer der Streckmuskulatur ist auch der flexor digitorum profundus in der Mitte zerstört. Nach der Excision Waschung der Wunde mit Dakin und Verkleinerung durch Naht, soweit dies ohne Spannung möglich ist. Schienenverband. Auch in diesem Fall kein Auftreten von Gas, die Wunde heilt unter Eiterung.

Fall 4. Musketier Böhrig, verwundet am 21. August 1917. Aufnahmebefund an demselben Tage: Durchschuß durch den linken Unterschenkel dicht oberhalb des Fußgelenks. Ausgedehnte Zertrümmerung beider Knochen, vom Schienbein fehlt das unterste Stück. Das Sprunggelenk ist breit offen, der Fuß fühlt sich warm an, obwohl er nur durh die hintere Wadenarterie ernährt wird. Behandlung: Von einer Amputation wird vorläufig abgesehen. Die Wunde wird in Narkose gereinigt und nach gründlichster Blutstillung mit Dakinscher Lösung gewaschen.

Offene Wundbehandlung unter häufiger Berieselung mit Dakin. Auch in diesem Falle kein Auftreten von Gas.

Fall 5. Musketier Hülsen, verwundet am 29. Juli 1917. Aufnahmebefund: Das linke Ellenbogengelenk ist an der Streckseite total zertrümmert. Der Unterarm hängt an einem dünnen Muskelstreifen der Beugeseite. Radialpuls kräftig erhalten, aber beschleunigt. Die Streckmuskulatur des Vorderarms sieht abgestorben aus.

Behandlung: Excision der Wunde und Entfernung der nekrotischen Muskulatur. Da die übrige Muskulatur hinreichend ernährt, wird die

Erhaltung des Vorderarms für möglich erachtet. Nach gründlicher Säuberung von Knochensplittern Waschung mit Dakin.

Am 4. August 1917 zeigt die sehr große Wunde bereits starke Granulationen. Der Puls bleibt erhöht. Am 16. August 1917 hat sich die Wunde bereits soweit gereinigt, daß mit einer Zusammenziehung durch Mastisolzügel begonnen werden kann. Allmählicher Abfall der Temperatur, kein Gas.

Fall 6. Pionier Seifert, verwundet am 5. August 1917 durch Granatsplitter.

Aufnahmebefund am 6. August 1917. Im oberen Drittel des rechten Oberarms an der Innenfläche ein 18 cm langer, tiefer Rinnenschuß mit Fraktur des Humerus. Nerven- und Gefäßstrang anscheinend völlig zerrissen. Die Muskulatur des Vorderarmes nnd des unteren Bicepsstumpfes fühlt sich starr an. Die Hand selbst ist kühl, nicht kalt.

Behandlung: Beim Umschneiden und Ausräumen der Wunde findet sich ein großer Granatsplitter und mehrere große Zeugfetzen. Der untere Bicepsstumpf wird, da nicht ernährt, entfernt. Hierauf ausgiebigste Waschung mit Dakinscher Lösung. Schienenverband; offene Wundbehandlung.

Am 7. August 1917: Trotz offener Behandung und häufiger Spülung mit Dakin abends 39^2 Temperatur. Es zeigt sich eine schell fortschreitende Gasgangrän. Der Arm wird sofort in Höhe der Verletzung abgesetzt. Offene Wundbehandlung und weitere Spülung.

Am 10. August 1917 kein Rezidiv der Gangrän, die Temperatur fällt allmählich ab (37^2), der Kranke erholt sich.

Am 16. August 1917 können bereits die Hauträndер durch Naht vereinigt werden, da die Wunde sich gut gereinigt hat.

Am 19. August 1917: Die Naht hält, die Eiterung wird immer geringer. Abendtemperatur 37². Am 22. August 1917: Abtransport.

Fall 7. Musketier Zierrath, verwundet am 9. August 1917.

Aufnahmebefund am 11. August 1917: Am linken Unterschenkel dicht oberhalb der Knöchel Durchschuß mit 15 cm langen und 12 cm breiten Wunden, die stark beschmutzt sind und übel riechen. Am rechten Unterschenkel an der Innenseite des Fersenbeines 6 cm lange Rißwunde mit vorquellenden, schmutzigen Muskelstümpfen.

Behandlung: Der linke Fuß ist nur durch eine kleine Zwischenknochen-Arterie ernährt. Außerdem ist die Wunde stark gasverdächtig. Daher Amputation in der Höhe der Verletzung. Am rechten Fuß findet sich unter der Fußsohle ein Granatsplitter von ungewöhnlicher Größe. Einschuß am inneren Knöchel. Da der Schußkanal nur noch aus einer dünnen Hautbrücke besteht, wird er durchtrennt, wobei zahlreiche Leder- und Gewebsfetzen entfernt werden. Gründlichste Waschung mit Dakinscher Lösung und offene Behandlung. Beide Verletzungen heilen unter Eiterung ohne an Gasgangrän zu erkranken.

Fall 8. Kanonier Emmerichs, verwundet am 23. August 1917.

Aufnahmebefund am 24. August 1917. In der Mitte des linken Oberschenkels vorn, fünfmarkstückgroßer Einschuß, kein Ausschuß. Fuß vollkommen kalt, Unterschenkel warm. Aus der Wunde kommen massenhaft Gasblasen und stinkendes Wundsekret. Patient klagt über zunehmende Schmerzen in der Wunde. Temperatur 38², Puls 125.

Behandlung: Nach breiter Spaltung zeigt die Muskulatur matschigen Zerfall und sieht stark mißfarben aus. Die Hauptschlagader ist durchrissen und wird an beiden Enden abgebun-

den, ebenfalls die durchtrennte Vene. Nach Möglichkeit werden die zerfallenen Muskelstümpfe entfernt, was allerdings in der Tiefe nur unvollkommen gelingt, da der Schußkanal einwärts vom Knochen bis auf die Hinterfläche des Oberschenkels geht. Durch Gegenöffnung auf der Rückseite des Oberschenkels wird der unter der Haut gelegene große Granatsplitter entfernt. In seiner Umgehung reichlich Gasbildung, aber nicht in der Muskulatur. Auch hier wird der Schußkanal ausgeschnitten und die ganze Wundfläche gründlichst mit Dakin gewaschen. Die Wunde wird offen behandelt und durch ein Glasdrain dauernd mit Natriumhypochloritlösung berieselt.

Am 25. August 1917: Die Gasbildung in der Tiefe der Wunde bleibt bestehen, ohne bisher sich weiter ausgedehnt zu haben. Patient hat nur geringe Schmerzen. Die Umgebung der Wunde ist weich. Es zeigt sich, daß die Mitte des Schußkanals durch die Neigung der Muskeln, sich aneinander zulegen, der offenen Behandlung nicht zugängig ist. Es werden deshalb zwei aus feinem Maschendraht zusammengelegte weite Rohre zum Auseinanderhalten der tiefen Muskeln in die Wunde eingebracht. Offene Wundbehandlung und Dauerberieselung mit Dakin, so daß die ganze Wunde mit Flüssigkeit angefüllt ist.

28. August 1917: Die Erscheinungen der Gasgangrän sind geschwunden. Es stoßen sich in der Tiefe reichlich gangränöse Muskelteile ab. Die Wunde sieht noch schmierig-belegt aus und sezerniert stark. Entzündungserscheinungen in der Umgebung der Wunde entstehen nicht.

1. September 1917: Seit zwei Tagen Aussetzen der Behandlung mit Dakin und Feuchthaltung der Wunde durch $H_2 O_2$ Tupfer. Langsamer Temperatur-Abfall.

4. September 1917: Normaler Wundverlauf, es bilden sich bereits frische Granulationen. Puls und Temperatur sind normal.

Soweit die von uns beobachteten Fälle, die natürlich einen endgültigen Beweis noch nicht erbringen. Jedenfalls glaube ich, behaupten zu können, daß wir in der Dakinschen Lösung ein Spezificum gegen Anaerobier besitzen und deshalb sollte jede große Weichteilverletzung folgendermaßen behandelt werden: Gleich auf dem Hauptverbandplatz Reinigung der Wunde mit Messer und Schere und feuchter Verband mit Dakinscher Lösung. Neuerdings wird empfohlen, frühestens auf dem Truppenverbandplatz und spätestens auf dem Hauptverbandplatz eine intramusculäre Injektion von 20 ccm Gasoedem-Serum zur Verhütung der Gasgangrän vorzunehmen. Diese Einspritzung soll nach jedem Transport und jeder Operation wiederholt werden, schließt aber obige Behandlung, sowie eine exakte chirurgische Wundrevision keineswegs aus. Im Wesentlichen wird aber die Dakinsche Lösung trotzdem immer noch gutes leisten und vielleicht vielen unserer Verwundeten einen qualvollen Tod ersparen.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Stabsarzt Dr. Fründ für die mir gegebene Anregung, und Herrn Generaloberarzt Professor Dr. Köhler für die freundliche Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1) König, Wundbehandlung Kriegsverletzter von den Uranfängen bis auf die heutige Zeit. Heidelberg, Verlag von J. Hörning 1917.
2) Laewen, Bakterienbefunde bei frischen Kriegsverletzungen und ihre klinische Bedeutung. Münchener Medizinische Wochenschrift Nr. 19 vom 9. Mai 1916.
3) Schlesinger, Über Berechtigung primärer Wundrevision schwerer Schußverletzungen. Münchener Medizinische Wochenschrift Nr. 28 vom 11. Juli 1916.
4) Bruns, Wundbehandlung im Kriege, Beiträge zur klinischen Chirurgie. 10. kriegschirurgisches Heft.
5) Ritter, Über Gasbrand, Beiträge zur klinischen Chirurgie. 10. kriegschirurgisches Heft.
6) Kümmell, Wundinfektion, insbesondere Wundstarrkrampf und Gasbrand (Verhütung durch primäre Wundversorgung). Beiträge zur klinischen Chirurgie. 4. kriegschirurgisches Heft.
7) Bier, Anärobe Wundinfektion, aus den Verhandlungen der zweiten Kriegschirurgen-Tagung, Berlin den 26. und 27. April.
8) Winkelmann, Erfahrungen über Behandlung der Kriegswunden mittels Dakinscher Lösung. Beiträge zur klinischen Chirurgie. 23. kriegschirurgisches Heft.
9) Dobbertin, Das Chloren schwerinfizierter Wunden mit Dakin-Lösung. Münchener Medizinische Wochenschrift Nr. 45 vom 7. November 1916.
10) Fründ, Kriegschirurgische Erfahrungen bei Gasgangrän. Beiträge zur klinischen Chirurgie. 13. kriegschrurgisches Heft.
11) von Gaza, Die operative Behandlung des Gaspflegmone in ihrem progredientem Stadium. Beiträge zur klinischen Chirurgie. 13. kriegschrurgisches Heft.

Lebenslauf.

Am 16. Januar 1890 wurde ich Otto Gustav Julius Albert Gronau, evangelischer Konfession, in St. Johann a. d. Saar als Sohn des Zahnarztes Otto Gronau und seiner Ehefrau Alma geb. Dieskau, geboren. Nach dem Tode meines Vaters siedelte meine Mutter nach Potsdam über und ich besuchte dort von Michaelis 1900 bis Michaelis 1909 das Königliche Viktoriagymnasium. Nach bestandener Reifeprüfung widmete ich mich in Berlin dem Studium der Medizin. Im März 1912 bestand ich die ärztliche Vorprüfung und im August 1914 das ärztliche Notstatsexamen. Am 26. September 1914 wurde mir die Approbation als Arzt erteilt. Ich stehe seit November 1914 im Felde.

Während meines Studiums hörte ich Vorlesungen folgender Professoren und Dozenten:

v. Waldeyer, Hertwig, Rubner, Rubens, Gabriel, Haberlandt, Virchow, Kraus, Franz, Hildebrandt, His, Lesser, Czerny, Passow, Kilian, Orth, Ceelen, Flügge, Bonnhoefer, Heffter, Graefe.